

**В.И. СИДОРКО**, д-р техн. наук,  
**В.В. ПЕГЛОВСКИЙ**, канд. техн. наук, **В.Н. ЛЯХОВ**,  
**Е.М. ПОТАЛЫКО**, Киев, Украина

## **ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ ПРИРОДНОГО КАМНЯ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ**

Досліджена можливість призначення раціональних технологічних параметрів шліфування природних каменів із застосуванням модернізованих токарних верстатів різних моделей та використання різноманітного алмазно-абразивного інструменту залежно від хімічного складу таких каменів, а саме вмісту в їх складі оксиду кремнію та основних міцнісних властивостей цих каменів: твердості і межі міцності при стисненні

Исследована возможность назначения рациональных технологических параметров шлифования природных камней с применением модернизированных токарных станков разных моделей и использования различного алмазно-абразивного инструмента в зависимости от химического состава таких камней, а именно содержания в их составе оксида кремния и основных прочностных свойств этих камней: твердости и предела прочности при сжатии

Possibility of appointment of rational technological parameters of grinding of natural stones with application of the modernised lathes of various models and uses of the various almazno-abrasive tool depending on a chemical compound of such stones, namely maintenances in their structure oxides silicon and the basic strong properties of these stones is investigated: hardness and strength at compression

*Введение.* Известно, что изготовление изделий из природного камня [1, 2] осуществляется преимущественно шлифованием с использованием алмазно-абразивного инструмента. При изготовлении изделий из природного камня простой геометрической формы, например, строительных (облицовочной и половой плитки, ступеней, фриз и т. д.) [1], как правило, применяют специализированные поточные линии [3]. В тоже время при изготовлении изделий из камня со сложной, пространственно развитой поверхностью (ступки, шары, часы, вазы и т. д.) [2] во многих случаях применяют модернизированное металлообрабатывающее оборудование в т. ч. токарные станки разных моделей [4, 5].

Известно также, что большая часть природных камней из добываемых в Украине (гранитов, лабрадоритов, габбро) [6] обрабатываются с использованием алмазно-абразивного инструмента [7].

Параметры обработки (шлифования) твердых и хрупких материалов (природного камня), алмазно-абразивным инструментом на различных технологических операциях существенно отличаются от параметров обработки пластичных материалов, например металлов и их сплавов.

Данная работа ставит своей целью разработку технологических параметров обработки резанием (чернового шлифования) природных камней с использованием алмазно-абразивного инструмента на токарных станках.

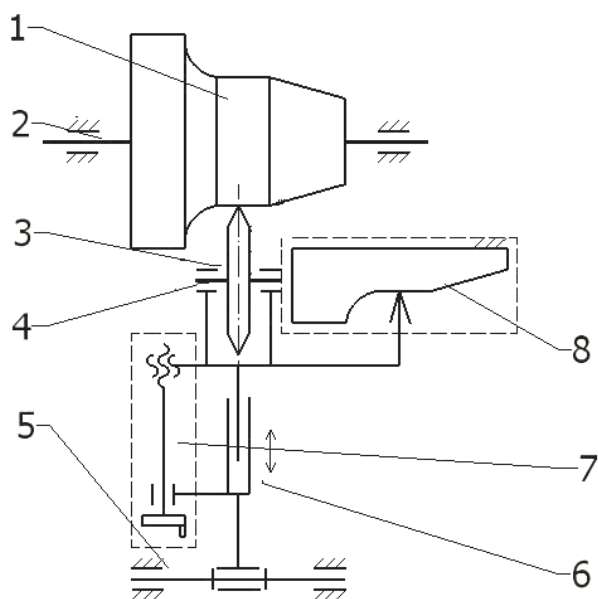
*Методика исследований.* Для шлифования природных камней при изготовлении изделий применяют различные виды токарных (токарно-винторезных) станков, которые осуществляют обработку (формообразование) изделий в соответствии со способом [8]. В табл. 1 приведены некоторые технические характеристики таких станков [4, 5].

Модернизация токарных станков при перепрофилировании их для обработки камня, состоит в оснащении их дополнительной автономной шлифовальной головкой с собственным приводом, которая устанавливается на суппорте токарного станка, механизмом копира, а также системой подачи и регенерации смазывающе-охлаждающей технологической среды (СОТС).

Таблица 1–Технические характеристики токарных станков применяемых для обработки камня

№ п/п	Параметры	1К62М	16Б04А	16Б05П
1	Наибольший диаметр обрабатываемых заготовок, мм над станиной над суппортом	400 200	200 115	250 145
2	Наибольший диаметр прутка, проходящего через шпиндель, мм	45	14	16
3	Частота вращения шпинделя, об./мин.	12,5-2000	320-3200	30-3000
4	Подача суппорта, мм/об. продольная поперечная	0,07-4,16 0,035-2,08	0,01-0,175 0,005-0,09	0,02-0,35 0,01-0,175
5	Мощность электродвигателя главного привода, КВт	10	1,1	1,5
6	Габаритные размеры, мм длина ширина высота	2812 1166 1324	1310 690 1360	1510 725 1360
7	Масса, кг	2200	1245	715

Принципиальная схема такой обработки представлена на рисунке.



1 – заготовка; 2 – ось шпинделя станка; 3 – плоский с двухсторонним профилем инструмент; 4 – подвижная шлифовальная головка; 5 – направляющая; 6 – ползун; 7 – винтовая пара; 8 – копир

Рисунок – Принципиальная схема обработки камня на токарных станках

При шлифовании камня на токарных станках используются следующие виды алмазного инструмента, характеристики которого, а также параметры его алмазоносного слоя, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Рекомендуемый для токарной обработки камня алмазный инструмент и параметры его алмазоносного слоя

№ п/п	Рекомендуемые параметры инструмента	Параметры алмазоносного слоя
1	Круги с двусторонним коническим профилем 1ЕЕ1 (14ЕЕ1) $\varnothing 125-150 \times 30^0 \times 5 \times 32$	АС65-АС80 315/250-200/160 М2-01 (М6-14) 50-100
2	Круги прямого профиля 1А1 $\varnothing 150-350 \times 10-25 \times 3-5 \times 32-75$	АС32-АС80 315/250-200/160 М2-01 50-100
3	Круги полукруглого профиля 1Р1Х $\varnothing 125-150 \times 10-32 \times 3-5 \times 32$	АС32-АС50 315/250-250/200 М2-01 50-100
4	Коронки алмазные. АС 6 $\varnothing 50-100$	АС65-АС80 250/200 М2-01 50-100
5	Головки алмазные цилиндрические АГЦ $\varnothing 12-20$	АС32-АС50 315/250-200/160 М2-01 50-100
6	Сверла алмазные АС 1 $\varnothing 5-50$	АС32-АС50 250/200 М2-01 50-100

При шлифовании природного камня для образования наружных поверхностей тел вращения, в том числе сложных (конических, специальных – получаемых по копиру), используют инструмент с двусторонним коническим профилем (табл. 2, стр. 1). Для образования других поверхностей инструмент (табл. 2 стр. 2, 3), для расточки внутренних поверхностей используют инструмент (табл. 2 стр. 5), а для получения сферических поверхностей и выполнения отверстий используют алмазные коронки и сверла (табл. 2 стр. 4, 6).

*Полученные результаты.* Основные параметры процесса алмазного шлифования (производительность, трудоемкость, потребляемая мощность, и др.) существенно зависят от свойств обрабатываемых материалов [9], в первую очередь прочностных свойств природного камня, т. е. его способности в определенных условиях и пределах воспринимать, не разрушаясь, силовые воздействия [10]. К основным прочностным свойствам природных камней можно отнести твердость по шкале Мооса ( $T_M$ ) и Викерсу ( $H$ ), а также предел прочности при сжатии ( $R_{сж}$ ) [11]. В зависимости от этих свойств природных камней и содержания в их составе определенных компонентов [12], все их многообразие можно условно разбить на 5 групп обрабатываемости так, как показано в табл. 3.

Таблица 3 – Обрабатываемость природных камней в зависимости от прочностных свойств и содержания в их составе оксида кремния

Прочностные свойства природного камня			Суммарное содержание $\text{SiO}_2$ , %	Группы обрабатываемости
$T_M$ , отн. ед.	$H$ , ГПа	$R_{сж}$ , МПа		
До 4,0	До 4,5	До 150	До 20	1
			20-40	2
4,0-6,0	4,5-8,0	150-300	40-60	3
			60-80	4
Св.6,0	Св. 8,0	Св. 300	Св. 80	5

Производительность шлифования природных камней принадлежащих к разным группам при одинаковых технологических параметрах их обработки в соответствии со способом [13] существенно отличаются [14].

Основными регулируемыми параметрами, выбираемыми для камней разных видов, являются скорость вращения шпинделя станка, продольная и поперечная подачи (табл. 4). Приведенные данные получены в

результате обобщения и анализа опыта обработки различных видов природного камня при изготовлении различных изделий из него [2, 15-17].

Трудоемкость получения поверхностей вращения с применением токарных станков и использованием алмазного инструмента можно предварительно оценить с помощью норм оперативного времени ( $НТ_{оп}$ ), зная площадь поверхности (геометрические размеры) обрабатываемой детали.

Таблица 4 – Рекомендуемые технологические параметры шлифования природных камней на токарных станках

№ п/п	Технологические режимы:	Рекомендуемые значения
1	Наружное черновое шлифование	
1.1	Число оборотов шпинделя шлифовальной головки, об./мин.	1450-1750
1.2	Число оборотов шпинделя станка при шлифовании деталей размером до Ø150, об./мин. камни 1 и 2 групп обрабатываемости камни 3 и 4 групп обрабатываемости камни 5 группы обрабатываемости	40-60 16-40 12,5-16
1.3	Продольная подача, мм/об.: камни 1 и 2 групп обрабатываемости камни 3 и 4 групп обрабатываемости камни 5 группы обрабатываемости	0,10-0,13 0,07-0,10 0,03-0,07
1.4	Поперечная подача, мм/об.: камни 1 и 2 групп обрабатываемости камни 3 и 4 групп обрабатываемости камни 5 группы обрабатываемости	0,050-0,065 0,035-0,050 0,015-0,035
2	Внутреннее черновое и чистовое шлифование	
2.1	Число оборотов шпинделя шлифовальной головки, об./мин.	1450-1750
2.2	Число оборотов шпинделя станка для всех групп камней, об./мин.	12,5-40
2.3	Продольная подача для всех групп камней, мм/об.	0,07-0,10
2.4	Поперечная подача для всех групп камней, мм/об.	0,035-0,05

В табл. 5 в качестве примера, приведены нормы оперативного времени шлифования камней 1-й группы обрабатываемости на токарных станках, которые применяются в производственных условиях НТАК «Алкон» для расчета трудоемкости изготовления деталей из камня, полученные путем проведения хронометража.

Таблица 5 – Основное технологическое (оперативное) время обработки для камней 1-й группы обрабатываемости на токарных станках (1К62М)

№ п/п	Наименование операции	Размер обрабатываемых деталей	Норма времени НТ <sub>оп</sub> , мин./дм <sup>2</sup>
1	Черновая обработка цилиндрических поверхностей	Ø до 150 мм Ø до 300 мм	40-50 10-20
2	Черновая обработка сложных поверхностей по копиру	Ø до 300 мм	80-86

**Выводы.** В результате проведенных исследований показана возможность обработки резанием (чернового шлифования) и формообразования шлифованием изделий из природных камней на токарных станках с использованием алмазного инструмента. Установлены рациональные технологические режимы чернового шлифования и формообразования изделий из природного камня на токарных станках в зависимости прочностных свойств камней и особенностей их химического состава.

**Список литературы:** 1. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. 2. Изделия камнерезные ТУ У 26.7. – 23504418 – 001: 2007. 3. В. Хиониевський. Обробка каменю частина 11. Камнеобробні лінії. // Камінь. – Київ. Сківак-прес, 2009. – № 2. (28), – С 24-27. 4. Данилевский В. В. Справочник техника машиностроителя. – М.; Высшая школа 1962. – 646 с. 5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 томах. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение. – 1985. – 496 с. 6. Гелета О. Л. Огляд експортно-імпортних операцій з декоративним камінням України у 2007 році. // Коштовне та декоративне каміння. Інформаційно-довідкове видання. – Київ: Вид. ДГЦ МФУ, – 2008. – 2. № 52, С 3 – 11. 7. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню. – М.: Стройиздат, 1985. – 312 с. 8. Пат. 28151 Украина, МПК (2006). В28D 1/00, В23В 1/00, Способ обработки поверхностей вращения / В. И. Сидорко, В. В. Пегловський, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталыко. – Заявл. 26.07.07; Опубл. 26.11.07, Бюл. № 19. 9. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. – М. Машиностроение, 1974. – 318с. 10. Г.Д. Лидин, Л.Д. Воронина, Д.Р.Каплунов. Горное дело. Терминологический словарь. – М. Недра. 1990. – 694 с. 11. ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. Введ. 01.01.2001. 12. Исследование влияния компонентов химического состава природных камней на их прочностные свойства и производительность шлифования / В. И. Сидорко, В. В. Пегловський, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталыко // Резание и инструмент в технологических системах. – МНТС Вып. 75. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2008. – С 356-361. 13. Пат. 33227 Україна, МПК (2006). В28D 1/00, Спосіб визначення оброблюваності каменю / В. І. Сидорко, В. В. Пегловський, В. Н. Ляхов, О. М. Поталыко. – Заявл. 21.02.08; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11. 14. Исследование производительности и трудоемкости шлифования природных камней алмазным инструментом / В. В. Пегловський, В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталыко // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – Вып. 12. – Киев: ИСМ им. В.Н. Бакуля. – 2009. – С 500-504. 15. Пат. 15655 Украина, МКПО 10 – 01. Часы / В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов, В. В. Пегловський, Е. М. Поталыко. – Заявл. 25.06.07; Опубл. 10.01.08, Бюл. № 1. 16. Пат. 15656 Украина, МКПО 10 – 01. Набор письменный «Сектор» / В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов, В. В. Пегловський, Е. М. Поталыко. – Заявл. 25.06.07; Опубл. 10.01.08, Бюл. № 1. 17. Пат. 16754 Украина, МКПО 10 – 01. Подсвечник / В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов, В. В. Пегловський, Е. М. Поталыко. – Заявл. 13.09.07; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.